

ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA PRESSÃO DE CONDENSAÇÃO NO DESEMPENHO DE CICLOS DE REFRIGERAÇÃO

Fagner Sobrinho de Castro¹

Caio Cezar Neves Pimenta²

RESUMO

O presente trabalho estuda a influência da pressão de condensação no desempenho de ciclos de refrigeração. Este tem o objetivo de apresentar os resultados do COP, com o olhar voltado às diferentes pressões de condensação. O COP é a representação do quociente da energia térmica dissipada, pela energia consumida para realizar o ciclo. O COP é uma medida que, comprova por meio de cálculos, a eficiência do ciclo em diferentes situações de trabalho. Quanto maior o COP, melhor é a eficiência térmica do ciclo. Condensação, também chamada de liquefação (ato ou efeito de liquefazer-se, mudança da substância da fase de vapor para o líquido, que emite liberação de calor), é uma das etapas que compõe um ciclo de refrigeração. Nesse período, ocorre a transformação do fluido refrigerante, no seu estado inicial (gasoso) para o estado líquido. Este processo ocorre geralmente quando o vapor é submetido ao processo de resfriamento. Neste estudo, no contexto referente à condensação que acontece ao longo do ciclo e dentro de todos os componentes, o foco está em um dispositivo chamado condensador, denominado de instrumento que realiza troca de calor. Este tem a função de eliminar (espalhar-se) para o meio externo o calor absorvido no evaporador, que foi ocasionado no decurso do processo de compressão do fluido. É possível resumir a classificação destes condensadores em três tipos: condensador arrefecido a ar, condensador arrefecido a água e condensador evaporativo. Como mencionados, são equipamentos que operam com base na compressão mecânica de vapor. Portanto, para a escolha de um fluido refrigerante, é necessário analisar critérios como desempenho de refrigeração, capacidade térmica, suas propriedades termodinâmicas (entropia, entalpia, temperatura, pressão e volume específico), sem esquecer-se de verificar impactos ambientais e toxicidade do fluido. Nesta pesquisa, as análises constituem-se a partir do coeficiente de desempenho (COP) para diferentes pressões de condensação do refrigerante.

Palavras-chave: Condensadores. COP. Pressão de condensação.

¹ Graduando de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Mecânica.

² Orientador, Professor da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde – UNIRV.

1 INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade algumas civilizações já faziam o uso do sistema de refrigeração. Vale destacar os povos chineses que usavam gelo natural, recolhido nas regiões dos rios e lagos. Para que acontecesse a conservação do gelo, eram abertos poços no solo, onde o gelo após ser depositado, era coberto com palhas. Em poucos dias já se podia fazer o uso do gelo que havia sido recolhido, geralmente para conservação do chá que consumiam (FERRAZ, 2008).

Com o passar do tempo, no século XVII, foi criado o microscópio, aumentando o poder de estudos sobre os micro-organismos (bactérias e micróbios). Desta forma, foi provado que micro-organismos vivos existem em enormes quantidades e alastram-se por todas as partes. Estudos científicos revelam que a contínua proliferação de bactérias e micróbios deve ser impedidos ou ao menos reduzidos em quantidades significativas e aceitáveis, fazendo o uso da aplicação do frio, ou seja, baixando drasticamente a temperatura do ambiente para que esses seres não consigam sobreviver (PARKER, 1999).

No século seguinte (XVIII), essas deduções adquiriram grande ampliação do processo de fabricação do gelo. No decorrer desse século, as indústrias de gelo apenas distribuíam gelo natural, porém cada vez mais encontravam dificuldades na obtenção do gelo natural. Devido aos problemas climáticos, a natureza não colaborava com a criação do gelo natural (FERRAZ, 2008).

Por esses motivos, engenheiros e pesquisadores concentraram-se na busca de recursos e processos que concedesse a industrialização do gelo artificial, libertando o homem da sujeição da natureza. Em consequência desses estudos, nos Estados Unidos, no ano de 1834, surgiu o pioneiro sistema mecânico de fabricação de gelo sintético, que fundamentou a base da refrigeração atual. Assim, a partir da criação do sistema de compressão frigorífico, juntamente com estudos e pesquisas, houve aperfeiçoamento no processo de fabricação de gelo artificial e no sistema de refrigeração. Sendo assim, melhorias foram surgindo, o que proporcionou o aumento do rendimento de refrigeração e melhor circunstância de trabalho (FERRAZ, 2008).

Depois de grandes descobertas e aperfeiçoamento no campo da refrigeração, ao longo dos séculos, um tema tem chamado atenção para o desenvolvimento de pesquisas e estudos: a evolução da performance dos componentes básicos de um ciclo de refrigeração por compressão de vapor, sendo eles compressor, condensador, dispositivo de expansão, evaporador e fluido refrigerante (PAUKA, 2016). O desempenho destes elementos está ligado diretamente às

irreversibilidades termodinâmicas decorrentes da transição de fases do fluido refrigerante através dos itens da linha e do processo de transferência de calor (PIMENTA, 2015).

1.1 OBJETIVOS

Verificar e quantificar as variações do coeficiente de desempenho (COP), em relação a diferentes pressões de condensação, tanto na entrada quanto na saída do refrigerante do condensador, a fim de acrescer o coeficiente de desempenho do ciclo de refrigeração.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A refrigeração é a influência de arrefecer determinado recinto de forma controlada, a fim de oportunizar processos, processar e preservar produtos e/ou realizar a climatização para conforto térmico (EICH; LORIS, 2013). Outra definição de refrigeração funciona como meio de eliminar calor de um conjunto ou espaço, restringindo gradativamente à temperatura por trabalhos mecânicos ou naturais (PAUKA, 2016). Este resfriamento se dá por meio de ciclos termodinâmicos, os quais utilizam um método para o alcance de refrigeração de modo ininterrupto, em que o fluido, dito de refrigerante, percorre uma sequência de processos, retornando à sua condição original (STOECKER; JABARDO, 2002).

Para realizar tal processo, dispõe-se a princípio de quatro componentes indispensáveis para o funcionamento de um ciclo de refrigeração: compressor, condensador, válvula de expansão e evaporador. Esses quatro componentes de um ciclo de refrigeração serão explicados a seguir.

1.3 COMPONENTES DE UM CICLO DE REFRIGERAÇÃO

1.3.1 Evaporador

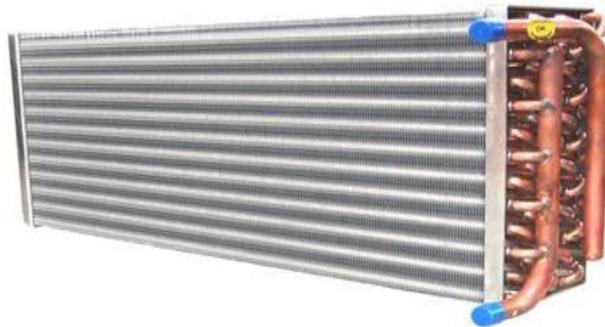
A função do evaporador é remover o calor em uma proporção desejada, com o propósito de manter a temperatura final solicitada (EICH; LORIS, 2013).

Aquele recebe o fluido refrigerante direcionado pela válvula de expansão no estado líquido a baixa pressão e a baixa temperatura. Neste caso, o fluido refrigerante evapora,

absorvendo o calor da superfície de um agregado de tubos do evaporador, sucedendo à transição de líquido sub-resfriado, a fim de vapor saturado a reduzidas pressões. Essa ação acarreta a queda drástica da temperatura do ambiente interno do ciclo (FERRAZ, 2008).

Deixado o evaporador, o fluido refrigerante, que se Figura no estado de vapor saturado, possui título $x = 1$, ou seja, 100% de vapor (PIMENTA, 2015). A seguir, na Figura 1, nota-se a ilustração do evaporar de tubo aletado.

FIGURA 1 - Evaporador de tubo aletado



Fonte: SERRAF (2016)

1.3.2 Compressor

Tem como principal função succionar o fluido refrigerante, levando-o à baixa pressão, além de comprimi-lo em sentido ao condensador à elevada pressão e temperatura na fase de vapor superaquecido (FERRAZ, 2008).

É um dispositivo eletromecânico usado para pressurizar e desenvolver a corrente de massa através do ciclo. O fluido refrigerante, em estado de vapor, flui do evaporador para o compressor, onde sua pressão é elevada. Esse processo aumenta drasticamente a temperatura de saturação do vapor para um patamar que permite o vapor condensar a temperatura ambiente (22 à 36°C). Assim, o fluido flui pelos outros componentes e retorna ao evaporador. Desta maneira, o ciclo é repetido (PIMENTA, 2015). A seguir, na Figura 2, observa-se a ilustração do compressor.

FIGURA 2 - Compressor do ciclo de refrigeração



Fonte: POLIPARTES (2016).

1.3.3 Válvula de expansão

Denominada também como válvula de expansão, sua função é manter a diferença de pressão entre a região de alta e baixa do ciclo (condensador e evaporador). Esse componente funciona por meio da moderação de passagem do fluido refrigerante, fazendo que ele transforme de fluido liquefeito aquecido a uma alta pressão, para fluido liquefeito resfriado a uma reduzida pressão (FERRAZ, 2008). A seguir, na Figura 3, observa-se a ilustração do dispositivo de expansão.

FIGURA 3 – Válvula de expansão



Fonte: REFRIANDO (2014).

1.3.4 Fluido refrigerante

Fluido refrigerante é um fluido (em estado líquido ou em estado gasoso) que dispõe por

função absorver calor do ambiente a ser resfriado (FERRAZ, 2008). Visto que não existe fluido refrigerante que agrega todas as propriedades apetecíveis, todo e qualquer fluido refrigerante haverá seus prós e contras. O refrigerante bom é aquele que dispõe do maior número viável de qualidades em determinado fim. Estas são algumas qualidades desse fluido refrigerante: não ser corrosivo; não ser inflamável; atóxico; inodoro; reduzido volume específico; ter alto calor latente de vaporização (FERRAZ, 2008). A seguir, na Figura 4, observa-se a ilustração de bujões de diversos tipos de gás refrigerante.

FIGURA 4 - Bujões de gás (fluido refrigerante)



Fonte: CLIMATEMPO (2016).

1.3.5 Condensador

Sua função é liberar para o ambiente externo, por meio do seu conjunto de aletas, todo calor que foi adquirido pelo fluido refrigerante no evaporador e no processo de compressão. Neste estado ocorre a transformação do fluido refrigerante que, antes se tinha vapor superaquecido (quando o vapor encontra – se em temperatura superior à temperatura de saturação do fluido), e que neste momento se transforma em líquido saturado (quando a temperatura do líquido é inferior à temperatura de saturação) à alta pressão (PAUKA, 2016).

Rejeita-se o calor absorvido do evaporador, juntamente com todo calor gerado, resultante em energia de compressão do fluido. Esse equipamento tem como função esfriar e condensar o vapor superaquecido gerado no momento da compressão (SALVADOR, 1999).

Sobre sua forma e estrutura física, o desenho do condensador une baixo peso de operação e alta resistência mecânica, o que resulta em alto desempenho do produto final.

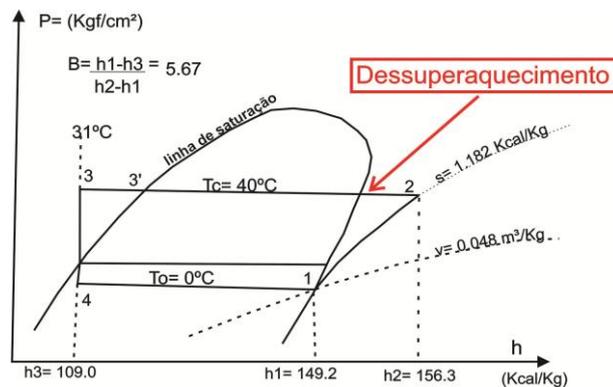
Eich e Loris (2013) afirmam que o condensador é um dispositivo do conjunto de refrigeração, que tem por obrigação transformar o gás quente – aliviado em alta pressão pelo

compressor – em líquido refrigerante, reduzindo drasticamente sua temperatura até o final do percurso do condensador.

Ferraz (2008) explica que, quando o condensador recebe o fluido, este encontra - se na mesma fase da saída do compressor, ou seja, gás superaquecido a alta pressão. Sendo que, no sistema de refrigeração, o propósito é evaporar o fluido. Este em fase gasosa deve ser condensado antes de regredir ao evaporador. Sendo assim, o processo de condensação acontece ao longo de um trocador de calor (condensador), em três diferentes fases: dessuperaquecimento, condensação e sub-resfriamento.

No processo de dessuperaquecimento, em alta temperatura o gás é descarregado pelo compressor. A primeira etapa condiz em reduzir esta temperatura, removendo o calor sensível do fluido, ainda no estado gasoso, até chegar à temperatura de condensação, como explicitado na Figura 5:

FIGURA 5 - Esquema de dessuperaquecimento do fluido refrigerante



Fonte: FERRAZ (2008, p.27).

No processo de condensação, após o gás atingir a temperatura de condensação, inicia um processo de mudança de fase. Neste momento remove - se calor latente do refrigerante, sendo um processo isentrópico (temperatura é constante durante todo processo; adiabática, neste momento não há troca de calor com o ambiente externo), ver Figura 6:

FIGURA 6 - Esquema de condensação do fluido refrigerante

Os condensadores resfriados a ar são utilizados como parte de unidades condensadoras, produzidas em fábricas. Eles são indicados para pequenos e médios sistemas de refrigeração. Seu uso conveniente acontece em locais onde há indisponibilidade de água, ou regiões em que a água tem altos custos. Esse tipo de condensador deve ser instalado em locais elevados em relação ao nível do solo, a fim de evitar grande acúmulo de sujeira sobre as serpentinas. São necessárias aberturas livres para entrada de ar em temperatura ambiente e para saída do ar quente gerado durante o processo. Esse modelo é formado em uma unidade que conta com um condensador de serpentina aletado para aumento do contato com o ar, e de frente com o condensador utiliza – se um forçado de ar para ampliar a passagem de ar sobre as aletas. Esse sistema é utilizado em unidades de refrigeração fracionária, mais usualmente em refrigeradores comerciais e domésticos (MARTINELLI JUNIOR, 2003). A seguir, na Figura 8, verifica-se a ilustração da unidade condensadora de ar.

FIGURA 8 - Unidade condensadora a ar



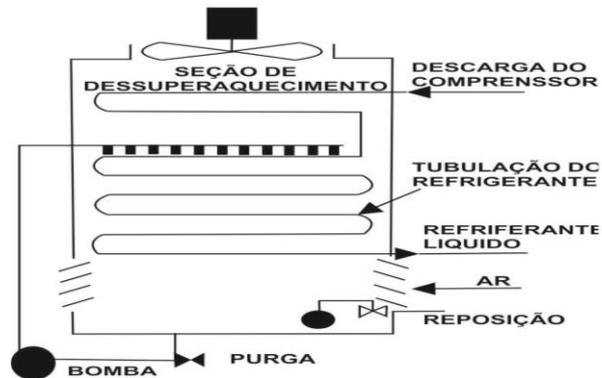
Fonte: REFRIGAS (2016).

1.3.5.2 Condensador evaporativo

São formados por um tipo de torre de resfriamento de tiragem mecânica. Em seu interior, é montada uma sequência de tubos por onde decorre o fluido refrigerante. No topo deste condensador são instalados bicos injetores que pulveriza água sobre a tubulação do condensador. Quando a água que foi pulverizada entra em contracorrente com o ar externo, ela desce para a bacia do condensador. Este contato com a água provoca a condensação do fluido que a todo o momento está transitando dentro dos tubos do condensador. Ao mesmo tempo parte da água pulverizada, evapora e, numa combinação de mecanismos, sucede à transferência de calor entre o ar e água. Logo, a água escoar na bacia do condensador e é absorvida por uma

bomba, realizando assim sua recirculação (MARTINELLI JUNIOR, 2003). A seguir, na Figura 9, verifica-se a ilustração de um condensador evaporativo.

FIGURA 9 - Condensador evaporativo



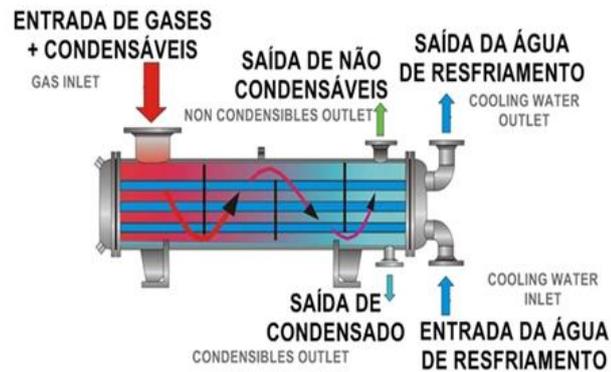
Fonte: Autoria própria (2016).

1.3.5.3 Condensador de casco e tubos

Os condensadores de casco e tubos, chamados também “Shell and tube”, são fabricados em uma carcaça de formato cilíndrico, onde internamente é instalada uma quantidade de tubos paralelos e horizontais, unidos por duas placas em ambas as extremidades. Seu funcionamento tem por objetivo refrigerar o fluido que escoar dentro da carcaça do trocador de calor, enquanto o fluido refrigerante percorre dentro do agrupado de tubos que estão expostos, tanto horizontalmente quanto verticalmente.

Esse modelo de condensador é constituído por uma carcaça metálica (mais comumente utilizado aço carbono), com extremidades cilíndricas calandradas e soldadas. Em ambas as extremidades, os flanges são soldados e perfurados para as instalações dos tubos internos. Os tubos devem ter suas extremidades retificadas e polidas, a fim de serem inseridas nos devidos furos do flange. Dessa maneira, são unidos flange e tubos, por meio do processo de soldagem. Assim, é possível formar uma junta que permita que o fluido se misture com a água que circula internamente nos tubos (MARTINELLI JUNIOR, 2003). A seguir, na Figura 10, vê-se a ilustração do esquema de um condensador de casco e tubos, e na Figura 11, vê-se a ilustração da unidade condensadora de casco e tubos.

FIGURA 10 - Esquema condensador de casco e tubos



Fonte: TORR ENGENHARIA (2016).

FIGURA 11 - Unidade condensadora de casco e tubos

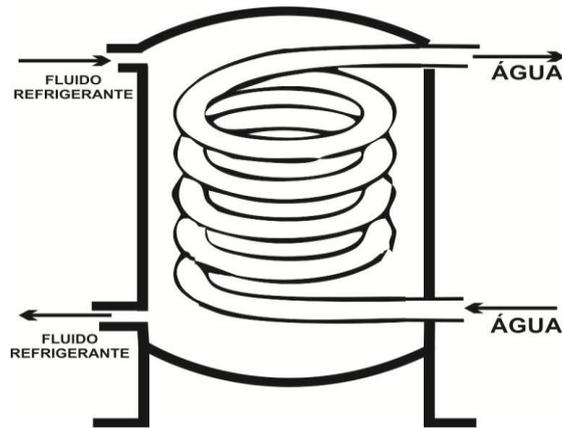


Fonte: APEMA (2016).

1.3.5.4 Condensador de casco e serpentina

Os condensadores de casco e serpentina são semelhantes ao condensador de casca e tubos. Por sua vez, conhecidos como “Shell and coil”, são formados por uma carcaça metálica que possui internamente uma serpentina de tubo para circulação de água. A diferença deste para o condensador de casco e tubo é que não possui flanges removíveis, e internamente possui apenas um ou dois tubos enrolados em forma de serpentina (forma espiral). Esse modelo de condensador é utilizado para modelos de refrigeração de baixa capacidade e de potências fracionárias. A água utilizada para resfriar o fluido circula em alta velocidade dentro da serpentina, enquanto todo restante de espaço interno da carcaça do condensador é ocupado com fluido refrigerante em fase de arrefecimento (MARTINELLI JUNIOR, 2003). A seguir, na Figura 12, vê-se a ilustração de um condensador de casco e serpentina.

FIGURA 12 - Condensador de casco e serpentina (em corte transversal)



Fonte: Autoria própria (2016).

1.3.5.5 Condensador de tubo duplo

Este tipo de condensador é construído por dois tubos concêntricos, em que um é montado dentro do outro. O que se tem é um tubo que circula água dentro do tubo que circula o fluido refrigerante. Deste modo, o refrigerante circula em meio a dois tubos e, ao mesmo tempo, a água é bombeada pelo tubo interno. A construção desse condensador trabalha de forma que a água transite em direção contrária ao fluido. Conseqüentemente, a água mais fria sempre fica em contato com o refrigerante mais frio, e água com maior temperatura em contato com o fluido que ainda está em temperatura mais alta. Assim, podem-se evitar choques térmicos, proporcionando melhor desempenho do equipamento (MARTINELLI JUNIOR, 2003). A seguir, na Figura 13, vê-se a ilustração do condensador de tubos duplo:

FIGURA 13 - Condensador de tubos duplo



Fonte: Fic Frio (2017).

1.3.5.6 Analogia entre os tipos de condensadores

É necessário efetuar um estudo das temperaturas de condensação inerentes, provenientes do uso de condensadores evaporativos, resfriados a água e a ar. Dispõe-se de uma analogia entre os tipos de condensadores arrefecidos a água, proveniente de um sistema aberto (água obtida, por exemplo, através de um rio), que resulta em menores temperaturas de condensação em relação aos outros sistemas de condensadores. Entretanto, ao utilizar condensadores arrefecidos à água, fica sujeito a altas taxas de manutenções, provocadas pelo excesso de incrustações provenientes da água. Vale ressaltar que a escassez cada vez maior da água, acaba prejudicando uma refrigeração aberta. Nessa perspectiva de estudo, no que se refere às temperaturas de condensação, envolvendo os outros dois modelos de condensadores (evaporativo e resfriado a ar), considera-se em ordem crescente as temperaturas de condensação. Em seguida, aparecem os condensadores evaporativos, resfriados a água e ar, em sistema fechado. Igualando os sistemas de condensadores evaporativos e condensadores resfriado a água, em sistemas fechados (água depositada em recipientes em constante recirculação), nota-se que os condensadores evaporativos resultam em menores temperaturas de condensação. Outra qualidade dos condensadores evaporativos é exigir uma bomba usada para recircular a água de menor capacidade que a exigida para uso nos condensadores resfriados a água em sistemas abertos, conseqüentemente, reduzindo o consumo de energia elétrica (MARTINELLI JUNIOR, 2003).

2 MATERIAL E METÓDOS

Para o seguinte estudo, os cálculos sobre a eficiência da pressão de condensação no desempenho de ciclos de refrigeração serão feitos através da biblioteca termodinâmica REFREPOP 8.0, seguido de um programa que analisa este processo. Será também analisado a partir das leis da termodinâmica primeira e segunda, para a análise de volume de controle.

2.1 FORMUÇAÇÃO DO PROBLEMA

A dissecção do ciclo de refrigeração é feita com base na equação da primeira e da segunda Lei da Termodinâmica, dadas, mutuamente por:

$$\frac{\partial E}{\partial t} = \dot{Q} - \dot{W} + \sum \dot{m}_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gz_e \right) - \sum \dot{m}_s \left(h_s + \frac{V_s^2}{2} + gz_s \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \sum \dot{m}_e s_e - \sum \dot{m}_s s_s + \sum \frac{\dot{Q}}{T} + \dot{S}_{ger} \quad - \quad (2)$$

Em que, \dot{Q} é a proporção de transferência de calor no volume de controle; \dot{W} é o trabalho efetuado pelo volume de controle; \dot{m}_e é o curso de massa que entra no volume de controle; \dot{m}_s é o curso de massa saindo do volume de controle; h_e é a entalpia do fluido que entra no volume de controle; h_s é a entalpia do fluido que sai do volume de controle; V_e é a velocidade de entrada do fluido no volume de controle; V_s é a velocidade de saída do fluido do volume de controle; g é a aceleração da gravidade; Z_e é a ascensão acima de um ponto de insinuação na entrada do volume de controle; Z_s é a ascensão acima de um ponto de insinuação na saída do volume de controle; S_e é a entropia do fluido que entra no volume de controle; S_s é a entropia do fluido que sai do volume de controle e S_{ger} é a obliteração de exergia do volume de controle.

2.2 Coeficiente de desempenho de ciclos refrigeração - COP

Diante da necessidade de se mensurar a eficiência de um período de refrigeração, é empregado o coeficiente de performance, o COP, que é procedimento fundamental na análise do conjunto de refrigeração. Relaciona-se resultante desejada na refrigeração, com o que se desembolsa por isso, a energia utilizada, sendo avaliada a eficácia do ciclo de recolher calor sobre a potência gasta ao longo do processo de compressão (PIMENTA, 2015).

A finalidade do ciclo de refrigeração é retirar calor do meio a ser refrigerado, e com isso, o seu coeficiente de desempenho (COP) é deliberado como sendo a razão entre o calor recolhido e o trabalho produzido (FERRAZ, 2008).

$$COP = \frac{\text{energia útil}}{\text{energia gasta}} \quad (3)$$

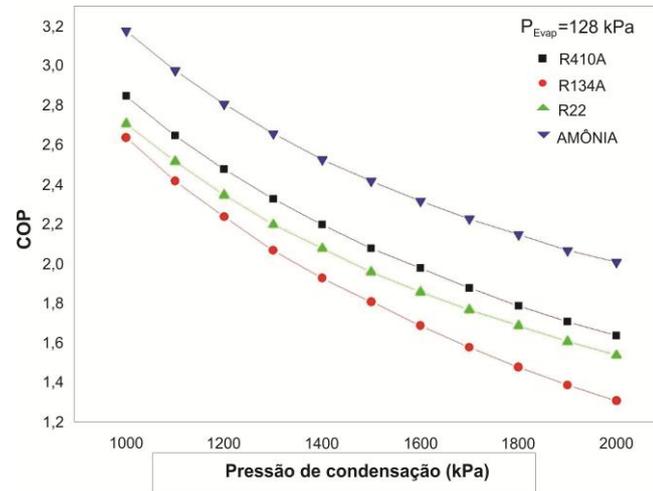
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta alínea, serão expostas e debatidas as decorrências obtidas para a verificação da performance de ciclos de refrigeração. Os parâmetros termofísicas dos refrigerantes foram apanhados através da biblioteca termodinâmica do software REFREPOP 8.0. As respostas computacionais obtidas são denotadas apenas em termos de ordenações de pressão, ao longo

do evaporador e condensador. Em inúmeras condições de execução, para os fluidos refrigerantes R134a, R22, R410A e amônia.

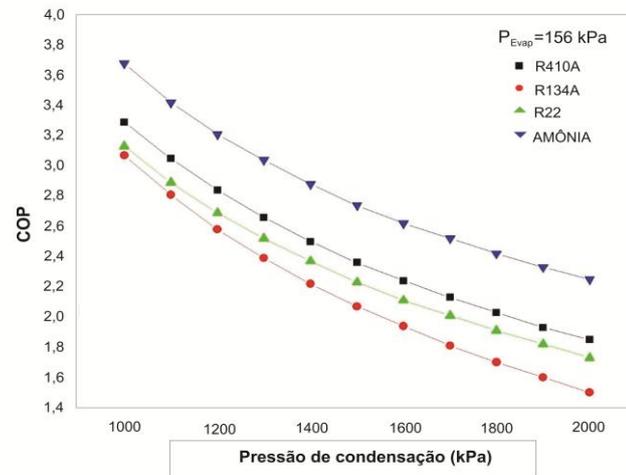
As Figuras de 14 a 18 dispõem de variações de COP em função da pressão de condensação, variando de 1000 a 2000 kPa, com pressão de vaporização contínua.

FIGURA 14 – Distribuição do COP com pressão de vaporização constante de 128 kPa.



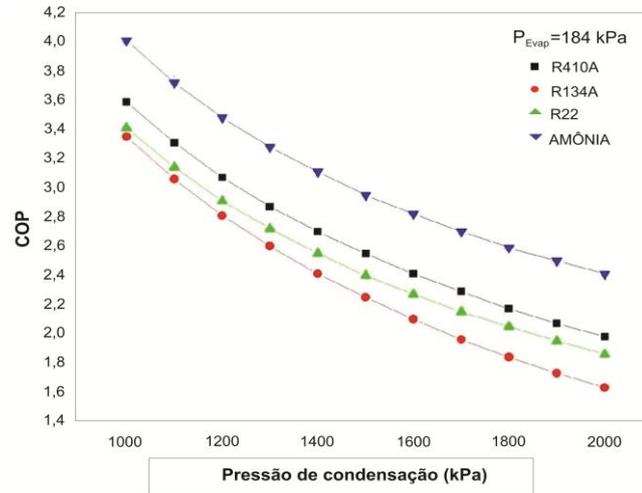
Fonte: Autoria própria (2017).

FIGURA 15 – Distribuição do COP com pressão de vaporização constante de 156 kPa.



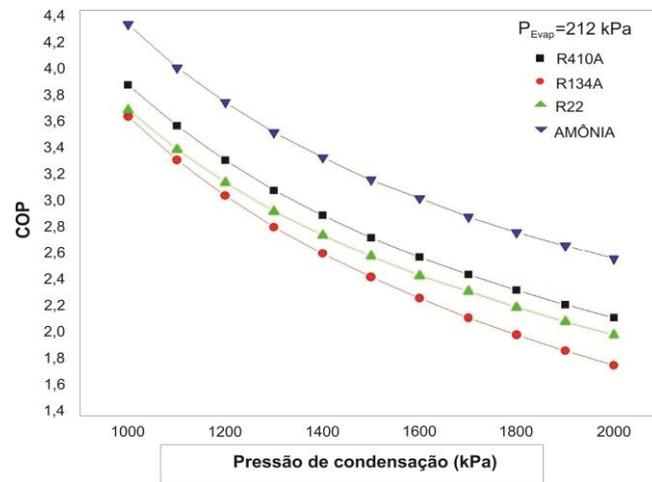
Fonte: Autoria própria (2017).

FIGURA 16 – Distribuição do COP com pressão de vaporização constante de 184 kPa.



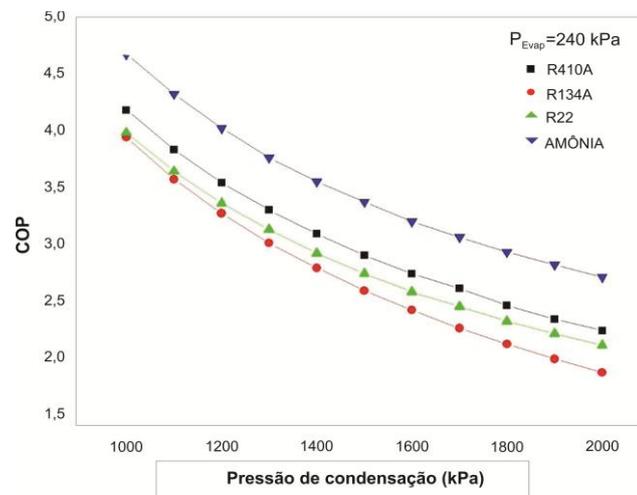
Fonte: Autoria própria (2017).

FIGURA 17 – Distribuição do COP com pressão de vaporização constante de 212 kPa.



Fonte: Autoria própria (2017).

FIGURA 18 – Distribuição do COP com temperatura de vaporização constante de 240 kPa.



Fonte: Autoria própria (2017).

O uso de um fluido refrigerante em um determinado ciclo está relacionado às suas

propriedades termofísicas, e às circunstâncias na qual o ciclo irá operar. Os refrigerantes usados para o experimento, assim como todos os outros existentes, possuem distinta pressão de vaporização a uma determinada pressão de condensação. Assim, define-se que, para cada tipo de ciclo, é necessário determinar qual será o melhor fluido refrigerante a se utilizar.

Durante o teste com os fluidos refrigerantes utilizados: Amônia, R134A, R410A e R22, observa-se que o COP é inverso a pressão de condensação, pois quanto maior for a pressão de condensação, menor será o COP, e vice-versa. Ainda durante os cinco testes, a Amônia destacou-se sempre com o maior COP, comprovando assim seu superior desempenho em relação aos outros fluidos utilizados nestes testes. No entanto, não é permitido o uso de Amônia em equipamentos de refrigeração, utilizados em casas e comércios, por ela conter compostos químicos prejudiciais à saúde humana.

Ainda seguindo com as análises, verificando as Figuras de 14 a 18, nota-se que no uso de diferentes pressões, o fluido R22 denota seu coeficiente de desempenho próximo ao do fluido R134A, e ambos, consideravelmente, inferiores ao R410A. Vale salientar que, numa aplicação real, a pressão de condensação pende das disposições do meio externo, e a pressão de evaporação pende das condições do sistema a ser refrigerado.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho fundamenta-se, principalmente, no objetivo de examinar numericamente o funcionamento do ciclo de refrigeração, de maneira a verificar e estimar a preponderância de modificações durante esse processo cíclico. O método foi executado através da variabilidade das pressões de condensação, conservando a pressão de evaporação permanente em cada teste.

É perceptível que, tanto os testes efetuados como as respostas obtidas levaram ao seguinte resultado: por efeito de testes realizados, dois métodos permitem ser empregados, a fim de acrescer o COP em relação à pressão: (I) o de aumento da pressão de evaporação e conservação da pressão de condensação constante e o (II) da diminuição da pressão de condensação e manutenção da pressão de evaporação interrupta. Para uma dada pressão de condensação, O COP é diretamente proporcional à pressão de evaporação.

No entanto, com o uso da amônia, no ciclo de refrigeração, o coeficiente de desempenho

será sempre maior, todavia seu uso limita-se à ampla indústria. Assim, para um maior COP é essencial utilizar fluido refrigerante que melhor atenda a seu sistema e às suas condições de operação.

No caso de uma mesma pressão de evaporação, o COP é inversamente proporcional à pressão de condensação do sistema. É verificável que o aumento do COP pela redução da pressão de condensação, juntamente com o aumento da pressão de evaporação, é esclarecido pelo decréscimo da dessemelhança entre a pressão máxima e mínima do ciclo, que por consequência, diminui a eficiência de compressão que deve ser entregue ao compressor.

Logo, sabendo que o coeficiente de desempenho é inversamente proporcional à eficiência de compressão, a diminuição do rendimento de compressão resulta no aumento do COP. Desta forma, o acontecido reduz a propensão de refrigeração do ciclo, uma vez que quanto mais baixa for a discrepância entre as pressões de condensação e evaporação, menor é a desigualdade entre a pressão de condensação e evaporação.

*STUDY ABOUT THE INFLUENCE OF THE CONDENSING PRESSURE IN
THE PERFORMANCE OF COOLING CYCLES*

ABSTRACT

The present work studies the influence of condensation pressure on the performance of refrigeration cycles. The objective is to present the results of the COP, with a view to the different pressures of condensation. COP is the representation of the quotient of the dissipated thermal energy, by the energy consumed to carry out the cycle. COP is a measure, a means of calculations, a practice of the cycle in different work situations. Higher the COP, better will be the thermal efficiency of the cycle. Condensation, also known as liquefaction (act or effect of liquefy, change of the substance from the vapor state to the liquid state, which emits heat release), is one of the steps that sets the refrigeration cycle. In this period, occurs the transformation of the refrigerant fluid in its initial state (gaseous), to the liquid state, this process generally occurs when the steam subjected to the cooling process. In this study, in the context of condensation that occurs along the cycle and within all components, the focus is on a device called a condenser, called an instrument that performs heat exchange. This device has the function of eliminating (spreading) to the external medium the heat absorbed in the evaporator, which was caused in the course of the process of compressing the fluid. It is possible to summarize the classification of these capacitors into three types: air cooled condenser, water cooled condenser and evaporative condenser. As mentioned, they are equipment that operates based on the mechanical compression of steam. Therefore, for the choice of a refrigerant fluid, it is necessary to analyze criteria, such as refrigeration performance, thermal capacity, its thermodynamic properties (entropy, enthalpy, temperature, pressure and specific volume), not forgetting to verify environmental impacts and toxicity of the fluid. In this research, the analyzes are based on the coefficient of performance (COP) for different refrigerant condensation pressures.

Key-words: Condensers; COP; Condensation pressure.

REFERÊNCIAS

Bujões de gás (fluido refrigerante). Fotografia. Disponível em: < <http://www.climatempoar.com.br/index.php/produtos/refrigeracao/gas/g%C3%A1s-flu%C3%ADdo-refrigerante-detail>>. Acessado em 06/10/2016.

Compressor do ciclo de refrigeração. Fotografia. Disponível em: < <http://www.polipartes.com.br/compressor-corrente-continua-12-24v-30cm%C2%B3-r134a-elgin-ecc30/p>>. Acessado em 18/09/2016.

Condensador de tubos duplo. Fotografia. Disponível em: < <http://www.ficfrio.com.br/index.php?pgid=3&id=76>>. Acessado em 03/11/2016.

Dispositivo de expansão. Fotografia. Disponível em: < <http://www.resfriando.com.br/era-das-valvulas-inteligentes/>>. Acessado em 30/09/2016.

Eich, C., & Loris, M. Dimensionamento de um Sistema de Refrigeração Para uma Pasteurizadora - FAHOR - Faculdade Horizontina, Horizontina - RS, 2013;

Esquema condensador de casco e tubos. Fotografia. Disponível em: < <http://www.apema.com.br/produtos-detalhes/casco-e-tubos/>>. Acessado em 20/10/2016.

Esquema de condensação do fluido refrigerante. Fotografia. Disponível em: Ferraz, F. Apostila de Refrigeração - CFETB - Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia, Santo Amaro - BA, Brasil, 2008; P.28.

Esquema de dessuperaquecimento do fluido refrigerante. Fotografia. Disponível em: Ferraz, F. Apostila de Refrigeração - CFETB - Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia, Santo Amaro - BA, Brasil, 2008; P.27.

Esquema de sub - resfriamento do fluido refrigerante. Fotografia. Disponível em: Ferraz, F. Apostila de Refrigeração - CFETB - Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia, Santo Amaro - BA, Brasil, 2008; P.29.

Evaporador de tubo aletado. Fotografia. Disponível em: <<http://serraff.com.br/produtos/linha-aletados/condensador-evaporador1/#.WTB1PevyviU>>. Acessado em 18/09/2016.

Ferraz, F. Apostila de Refrigeração - CFETB - Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia, Santo Amaro - BA, Brasil, 2008;

Martinelli Junior, L. C. Refrigeração - UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Panambi - RS, Brasil, 2003;

Pauka, F. S. Análise de Desempenho de um Ciclo Real de Refrigeração por Compressão de vapor - UNIRV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde - GO, Brasil, 2016;

Parker, S. *Pasteur e os micro-organismos*. São Paulo: Scipione- Edição única, São Paulo - SP,

Brasil, 1999;

Pimenta, C. C. Análise de Procedimentos Para Aumentar o Coeficiente de Desempenho - COP de Ciclos de Refrigeração - UNIRV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde - GO, Brasil, 2015;

Salvador, F. Projeto de um Sistema de Refrigeração Industrial com "Set-Point" Variável - Escola Politecnica da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, Brasil, 1999;

Stoecker, W.F.; Jabardo, J.M.S. *Refrigeração Industrial*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.- 2º Edição, São Paulo - SP, Brasil, 2002;

Unidade condensadora de ar. Fotografia. Disponível em: < <http://www.refrigas.com.br/produtoDetalhes?prodID=367&produto=unidade-condensadora-heatcraft-3,5hp-glex350h2c-3f-220v-r22/hp81> >. Acessado em 12/10/2016.

Unidade condensadora de casco e tubos. Fotografia. Disponível em: < <http://www.torr-engenharia.com.br/?p=873> >. Acessado em 29/10/2016.